

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 519 304 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92109704.4**

(51) Int. Cl.⁵: **F02C 7/14, F02C 3/30**

(22) Anmeldetag: **09.06.92**

(37) Priorität: **21.06.91 DE 4120595**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.92 Patentblatt 92/52

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB

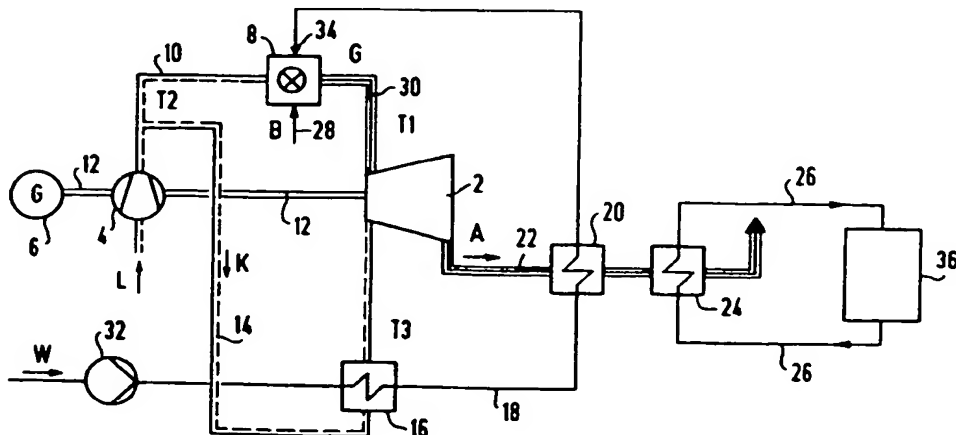
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: **Finckh, Hermann, Dr.**
Kitzingerstrasse 16
W-8500 Nürnberg 90(DE)
Erfinder: **Rukes, Bert, Dr.**
Killingerstrasse 14
W-8520 Erlangen(DE)
Erfinder: **Fröhlich, Günter, Dipl.-Ing. (FH)**
Schmalbeekstrasse 11
W-4330 Mülheim(DE)

(54) Verfahren und Anlage zum Betreiben einer Gasturbine.

(57) Beim Betrieb der hier betrachteten Gasturbine (2), die bei einer hohen Temperatur (T1) des arbeitsleistend entspannten Arbeitsmittels (G) arbeitet, wird ein Teil des zur Erzeugung des Arbeitsmittels (G) verwendeten verdichteten Luft (L) als Kühlluft (K) für die Gasturbine (2) verwendet. Zur Erhöhung des Wirkungsgrads wird erfindungsgemäß die Kühlluft (K) zur Erzeugung von Dampf verwendet; die Kühlluft (K) wird dabei vor Eintritt in die Gasturbine (2) abgekühlt. Eine Anlage, bei der der Gasturbine (2)

eine Brennkammer (8) sowie der Brennkammer (8) ein Luftverdichter (4) zugeordnet sind, umfaßt zwecks Wirkungsgradverbesserung erfindungsgemäß einen Wärmetauscher (16), der primärseitig in eine den Luftverdichter (4) und die Gasturbine (2) verbindende Kühlluftleitung (14) und sekundärseitig in eine Flüssigkeits-Dampf-Leitung (18) geschaltet ist. Die Flüssigkeits-Dampf-Leitung (18) ist bevorzugt an die Brennkammer (8) angeschlossen.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine bei einer hohen Temperatur des arbeitsleistend entspannten Arbeitsmittels, wobei ein Teil der zur Erzeugung des Arbeitsmittels verwendeten verdichteten Luft als Kühlluft für die Gasturbine verwendet wird. Sie richtet sich weiter auf eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Eine derartige Gasturbine wird üblicherweise zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Gasturbine ist es möglich, entweder den Massendurchsatz durch die Gasturbine oder die Temperatur des Arbeitsmittels vor dessen Eintritt in die Gasturbine zu erhöhen. Die erstgenannte Möglichkeit führt allerdings in unerwünschter Weise zu großen Strömungsquerschnitten und Strömungsgeschwindigkeiten sowohl in der Gasturbine als auch in einem dieser vorgeschalteten Luftverdichter. Der zweiten Möglichkeit stehen Werkstoffprobleme, insbesondere in bezug auf die Hitzebeständigkeit der Turbinenschaufeln, entgegen.

Aus der Druckschrift "Gasturbinen" von F. Dietzel, 1974, Seiten 57 bis 60, ist es bekannt, daß eine Steigerung der Temperatur des Arbeitsmittels dann zugelassen werden kann, wenn die Turbinenschaufeln so weit gekühlt werden, daß sie stets eine unterhalb der zulässigen Werkstofftemperatur liegende Temperatur aufweisen. Dabei steht als Kühlmittel Luft zur Verfügung, die dem Luftverdichter entnommen wird. Allerdings wird die Luft aufgrund der Kompression im Luftverdichter auf ca. 150 bis 200° C erwärmt, so daß die Kühlwirkung dieser Kühlluft nur begrenzt ist. Um eine ausreichende Kühlwirkung zu erreichen, ist daher eine große Menge an Kühlluft erforderlich. Dies wiederum hat zur Folge, daß der erzielte Wirkungsgrad nur begrenzt ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß mit einfachen Mitteln bei einer ausreichenden Kühlung der Gasturbine ein möglichst hoher Wirkungsgrad erreicht wird. Weiterhin soll eine Gasturbinen-Anlage angegeben werden, die neben ausreichender Kühlung einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kühlluft zur Erzeugung von Dampf verwendet und dabei selbst vor Eintritt in die Gasturbine abgekühlt wird.

Eine besonders zweckmäßige Einbindung der bei der Abkühlung der Kühlluft freigesetzten Wärme in den Gasturbinenprozeß wird dadurch erreicht, daß zum Abkühlen der Kühlluft ein Zusatzmedium, wie insbesondere Wasser oder Deionat, verwendet wird, welches nach indirektem Wärmetausch mit der Kühlluft zum Erzeugen des Arbeitsmittels herangezogen wird. Anschließend kann das nunmehr vorgewärmte oder aufgeheizte Zusatzme-

dium vorteilhafterweise vor dessen Einspeisung in das Arbeitsmittel durch indirekten Wärmetausch mit dem Abgas aus der Gasturbine weiter erhitzt werden.

Das die Gasturbine verlassende Abgas kann außerdem zur Erzeugung von Fernwärme oder Prozeßwärme, z.B. zur Versorgung von Fernnetzen bzw. Industrieanlagen, genutzt werden.

Bezüglich der Anlage, bei der der Gasturbine eine Brennkammer sowie der Brennkammer ein Luftverdichter zugeordnet sind, wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch einen Wärmetauscher, der primärseitig in eine den Luftverdichter und die Gasturbine verbindende Kühlluftleitung und sekundärseitig in eine Flüssigkeits-Dampf-Leitung geschaltet ist.

Zum Eindüsen von für die Erzeugung des Arbeitsmittels bereitzustellendem Dampf in die Brennkammer ist vorteilhafterweise die Flüssigkeits-Dampf-Leitung an die Brennkammer der Gasturbine angeschlossen. Dabei kann zur weiteren Erhitzung des in der Flüssigkeits-Dampf-Leitung strömenden Zusatzmediums der Gasturbine abgasseitig ein Wärmetauscher nachgeschaltet, der sekundärseitig in die Flüssigkeits-Dampf-Leitung geschaltet ist.

Zur Erzeugung von Dampf für eine Dampfturbine oder zur Auskopplung von Fern- oder Prozeßwärme kann der Gasturbine abgasseitig ein Abhitzeessel nachgeschaltet sein, der sekundärseitig in einen Wasser-Dampf-Kreislauf geschaltet ist.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß einerseits durch die Abkühlung mittels der Kühlluft eine gute Kühlwirkung erzielt wird, wobei nur eine relativ geringe Luftmenge vom Verdichter bereitgestellt werden muß. Andererseits wird dadurch und durch die Ausnutzung der dabei freiwerdenden Wärme zur Erzeugung von Dampf, vorzugsweise für den Gasturbinenprozeß selbst, ein besonders hoher Gesamtwirkungsgrad erzielt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Sie zeigt in einer schematischen Darstellung eine Gasturbinenanlage mit einem in eine Kühlluftleitung geschalteten Wärmetauscher.

Die Gasturbinenanlage gemäß der Figur umfaßt eine Gasturbine 2 mit angekoppeltem Luftverdichter 4 und Generator 6 sowie eine der Gasturbine 2 vorgeschaltete Brennkammer 8, die an eine vom Luftverdichter 4 kommende Frischluftleitung 10 angeschlossen ist. Der Luftverdichter 4 und der Generator 6 sitzen auf einer gemeinsamen Welle 12, die von der Gasturbine 2 angetrieben wird.

Auf der Druckseite des Luftverdichters 4 ist an die Frischluftleitung 10 eine Kühlluftleitung 14 angeschlossen, die in die Gasturbine 2 mündet. In die Kühlluftleitung 14 ist ein Wärmetauscher oder

Kühlluftkühler 16 primärseitig eingeschaltet.

Der Wärmetauscher 16 ist sekundärseitig in eine Flüssigkeits-Dampf-Leitung 18 geschaltet, die in die Brennkammer 8 mündet. In die Flüssigkeits-Dampf-Leitung 18 ist außerdem ein weiterer Wärmetauscher oder Dampferzeuger 20 sekundärseitig geschaltet, der primärseitig in die Abgasleitung 22 der Gasturbine 2 geschaltet ist.

In die Abgasleitung 22 ist außerdem ein Abhitzekeßel 24 primärseitig eingeschaltet, der sekundärseitig in einen Wasser-Dampf-Kreislauf 26 mit Verbraucher 36 geschaltet ist.

Beim Betrieb der Gasturbinenanlage wird der Brennkammer 8 über eine Brennstoffleitung 28 Brennstoff B, z.B. Kohle, zugeführt. Der Brennstoff B wird in der Brennkammer 8 mit der verdichteten, auf einer Temperatur T2 befindlichen Frischluft L aus dem Luftverdichter 4 verbrannt. Das bei der Verbrennung entstehende heiße Rauchgas oder Arbeitsmittel G wird über eine Rauchgasleitung 30 in die Gasturbine 2 geleitet. Dort entspannt sich das Arbeitsmittel G und treibt dabei die Gasturbine 2 an. Diese wiederum treibt den Luftverdichter 4 und den Generator 6 an. Das Rauchgas G kann bei Eintritt in die Gasturbine 2 eine hohe Temperatur T1, insbesondere von mehr als 1000° C, aufweisen.

Zur Kühlung der Gasturbine 2, insbesondere der Turbinenschaufeln, wird ein Teil der verdichteten Frischluft L als Kühlluft K über die Kühlluftleitung 14 der Gasturbine 2 zugeführt. Die Frischluft L wird im Luftverdichter 4 aufgrund der Kompression auf eine Temperatur T2 von ca. 150 bis 200° C erwärmt, so daß auch die Kühlluft K diese Temperatur T2 beim Eintritt in den Wärmetauscher 16 aufweist. Im Wärmetauscher 16 wird die Kühlluft K auf eine Temperatur T3, die bevorzugt unter 100° C liegt, abgekühlt. Die dabei freiwerdende Wärme wird im Wärmetauscher 16 an ein durch die Flüssigkeits-Dampf-Leitung 18 strömendes Zusatzmedium W, z.B. Deionat, abgegeben und heizt dieses dabei auf. Dazu wird das Zusatzmedium W über eine Pumpe 32 in die Flüssigkeits-Dampf-Leitung 18 eingespeist.

Das vorgewärmte oder aufgeheizte Zusatzmedium W wird im Wärmetauscher oder Dampferzeuger 20 weiter erhitzt und - wie durch den Pfeil 34 angedeutet - in die Brennkammer 8 eingedüst. Gleichzeitig wird im Wärmetauscher 20 das über die Abgasleitung 22 aus der Gasturbine 2 abströmende heiße Abgas A abgekühlt.

Eine weitere Abkühlung des Abgases A erfolgt im Abhitzekeßel 24. Dabei wird das im Wasser-Dampf-Kreislauf 26 bereitgestellte Wasser erhitzt und verdampft. Die dabei anfallende Wärme kann in nicht näher dargestellter Art und Weise in ein Fernheiznetz als Verbraucher 36 eingespeist werden. Der im Wasser-Dampf-Kreislauf 26 erzeugte

Dampf kann auch zum Betreiben einer Dampfturbinenanlage herangezogen werden. Es ist auch möglich, die im Abhitzekeßel 24 erzeugte Wärme als Prozeßwärme für eine Industrieanlage zu nutzen.

Die bei der Kühlung der Kühlluft K im Wärmetauscher 16 anfallende Wärme kann auch zur Erzeugung von Dampf für die genannte, als Verbraucher 36 eingesetzte Dampfturbinenanlage verwendet werden. Dazu wird der Wärmetauscher 16 in nicht näher dargestellter Weise sekundärseitig, z.B. als Vorwärmer, in den Wasser-Dampf-Kreislauf 26 geschaltet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine (2) bei einer hohen Temperatur (T1) des arbeitend entspannten Arbeitsmittels (G), wobei ein Teil der zur Erzeugung des Arbeitsmittels (G) verwendeten verdichteten Luft (L) als Kühlluft (K) für die Gasturbine (2) verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühlluft (K) zur Erzeugung von Dampf verwendet und dabei selbst vor Eintritt in die Gasturbine (2) abgekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Abkühlen der Kühlluft (K) ein Zusatzmedium (W) verwendet wird, welches nach indirektem Wärmetausch mit der Kühlluft (K) zum Erzeugen des Arbeitsmittels (G) herangezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zusatzmedium (W) durch indirekten Wärmetausch mit dem Abgas (A) aus der Gasturbine (2) erhitzt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das die Gasturbine (2) verlassende Abgas (A) zur Erzeugung von Fern- oder Prozeßwärme genutzt wird.
5. Anlage zum Betreiben einer Gasturbine (2) bei einer hohen Temperatur (T1) des arbeitend entspannten Arbeitsmittels (G), wobei ein Teil der zur Erzeugung des Arbeitsmittels (G) verwendeten verdichteten Luft (L) als Kühlluft (K) für die Gasturbine (2) verwendet wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Gasturbine (2) eine Brennkammer (8) sowie der Brennkammer (8) ein Luftverdichter (4) zugeordnet sind, **gekennzeichnet durch einen Wärmetauscher (16), der primärseitig in eine den Luftverdichter**

(4) und die Gasturbine (2) verbindende Kühleuftleitung (14) und sekundärseitig in eine Flüssigkeits-Dampf-Leitung (18) geschaltet ist.

6. Anlage nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeits-Dampf-Leitung (18) an die Brennkammer (8) der Gasturbine (2) angeschlossen ist. 5
7. Anlage nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeits-Dampf-Leitung (18) mit Doionat beaufschlagt ist. 10
8. Anlage nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß der Gasturbine (2) abgasseitig ein Wärmetauscher (20) nachgeschaltet ist, der sekundärseitig in die Flüssigkeits-Dampf-Leitung (18) geschaltet ist. 15 20
9. Anlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß der Gasturbine (2) abgasseitig ein Abhitzekessel (24) nachgeschaltet ist, der sekundärseitig in einen Wasser-Dampf-Kreislauf (26) geschaltet ist. 25

30

35

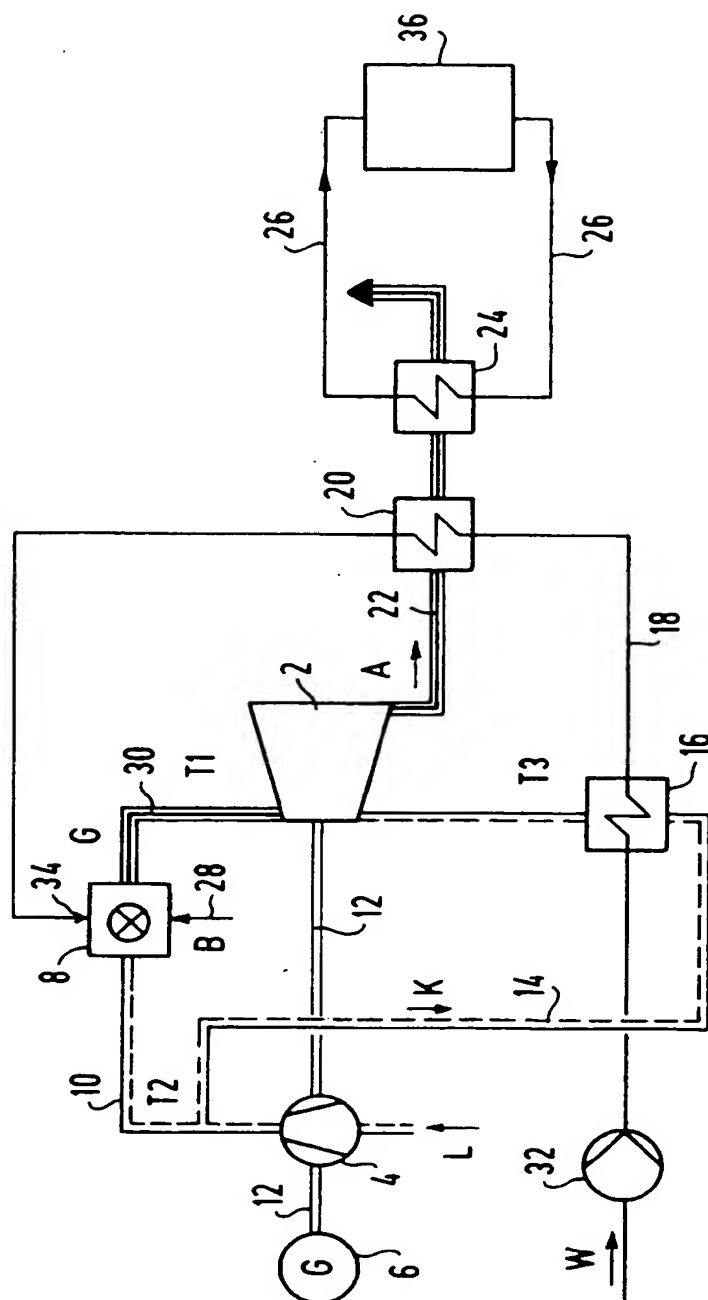
40

45

50

55

4.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 9704

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 379 880 (WESTINGHOUSE ELECTRIC) * das ganze Dokument * ---	1-9	F02C7/14 F02C3/30
X	GB-A-2 034 822 (ROLLS - ROYCE) * das ganze Dokument * ---	1,5 2-4,6-9	
A	FR-A-1 110 604 (ROLLS - ROYCE) * das ganze Dokument * ---	1-3,5,6	
X	GB-A-899 312 (NAPIER) * das ganze Dokument * ---	1-3,5,6	
P,X	US-A-5 095 693 (UNITED TECHNOLOGIES) * das ganze Dokument * ---	1-9	
A	DE-C-639 868 (JEBENS + BOEK) * das ganze Dokument * ---	1,2	
A	GB-A-2 236 145 (GENERAL ELECTRIC) * das ganze Dokument * -----	3-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 09 SEPTEMBER 1992	Prüfer IVERUS D.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- Δ : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPD FORM 1500 (03.81 (P040))